

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年10月14日 (14.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/087359 A1

(51) 国際特許分類:

B23G 1/02

(MIZUKAMI,Yuji) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都 千代田区 丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 橋本 浩司 (HASHIMOTO,Hiroshi) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都 千代田区 丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2003/004005

(74) 代理人: 宮田 金雄, 外 (MIYATA,Kaneo et al.); 〒100-8310 東京都 千代田区 丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(22) 国際出願日:

2003年3月28日 (28.03.2003)

日本語

(81) 指定国 (国内): CN, DE, JP, US.

(25) 国際出願の言語:

日本語

添付公開書類:
— 國際調査報告書

(26) 国際公開の言語:

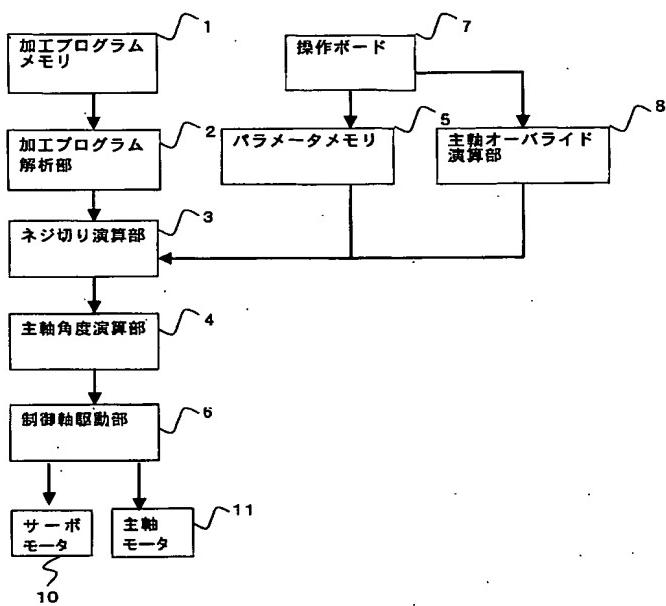
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都 千代田区 丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 水上 裕司

(54) Title: THREAD CUTTING CONTROL METHOD AND THREAD CUTTING CONTROLLER

(54) 発明の名称: ネジ切り制御方法及びその装置



- 1...MACHINING PROGRAM MEMORY
- 2...MACHINING PROGRAM ANALYZING SECTION
- 3...THREAD CUTTING OPERATING SECTION
- 4...SPINDLE ANGLE OPERATING SECTION
- 5...PARAMETER MEMORY
- 6...CONTROL SHAFT DRIVING SECTION
- 7...OPERATING BOARD
- 8...SPINDLE OVERRIDE OPERATING SECTION
- 10...SERVO MOTOR
- 11...SPINDLE MOTOR

(57) Abstract: A thread cutting controller controlling the thread cutting operation to move a cutter or a work in the direction of a feeding shaft in synchronism with rotation of a spindle so that the ridge is not damaged nor the dimensional accuracy of thread is lowered even if the spindle speed is variable, wherein the timing for starting thread cutting is altered based on the servo shaft acceleration time constant of the feeding shaft by providing a thread cutting operating section (3) and a spindle angle operating section (4).

(57) 要約: 主軸速度を可変にしても、ネジ山を傷めたり、ネジの寸法精度を低下させたりすることがないよう、主軸の回転に同期して刃物またはワークを送り軸方向に移動させてネジ切り加工を行うネジ切り制御装置において、ネジ切り演算部3と主軸角度演算部4とを設け、送り軸のサーボ軸加速時定数に基づいてネジ切り開始タイミングを変更するようにした。

明細書

ネジ切り制御方法及びその装置

5 技術分野

本発明はネジ切り制御方法及びその装置に係り、特に数値制御（Numerical Control；以下NCという）装置等により制御される工作機械のネジ切り制御に関するものである。

10 背景技術

NC装置を用いたネジ切り加工は、周知のとおり、ネジワークを主軸に設けられたチャックにて保持するとともに、主軸を回転させてネジワークを回転させ、且つ送りサーボモータで駆動されるサーボ軸にて移動させられる刃物（バイト）を、主軸の回転と同期するように軸線方向（Z軸方向）に移動させることにより行うが、主軸の回転と刃物のZ軸方向移動との間に同期がとれていないと、ネジの寸法精度が低下したり、或いは仕上げ加工により二重ネジが形成されたり、ネジ山が傷められたりする。

このため、ネジ切り加工は、例えば主軸の1回転毎に発生する1回転信号に基づいて刃物をZ軸方向に移動開始するとともに、主軸の回転と刃物の送りを同期させる必要がある。

また、例えば荒加工から仕上げ加工に移行する際、主軸の回転速度が所定倍された場合、主軸の回転と刃物の送りを同期させるため刃物の送り速度も所定倍されるが、この時、荒加工時における刃物の送り速度（低速）のサーボ遅れと、仕上げ加工時における刃物の送り速度（高速）のサーボ遅れに差が生じ、ネジ位相ズレが生じる。

このため、特開昭58-177252号公報には、仕上げ加工時の送りモータの実速

度が f_L (仕上げ時の送り速度) に到達するまでのサーボ遅れ量が d_L ($= f_L / k$ 、 k : サーボ系のゲイン) 、主軸回転速度が θ_L となるとき、仕上げ加工前の刃物停止位置を、ワークより前記 d_L だけ離すことにより、1回転信号発生後回転角 θ_L において一定速度 f_L に到達し、回転角度 θ_L から一定速度
5 f_L でネジ切りが開始され、また荒加工の送りモータの実速度が f_s (荒加工時の送り速度、 $f_s < f_L$) に到達するまでのサーボ遅れ量が d_s ($= f_s / k$ 、 k : サーボ系のゲイン) 、主軸回転速度が θ_s となるとき、荒加工前の刃物停止位置を、ワークより前記 d_s だけ離すことにより、1回転信号発生後回
転角 θ_L において一定速度 f_s に到達し、回転角度 θ_L から一定速度 f_s でネ
10 ジ切りが開始されるものが開示されている。

また、前記の考え方を用いて、ネジ切り開始前の刃物停止位置を、仕上げ加工時及び荒加工時とも同一位置としても、主軸の1回転信号の発生位置を制御することにより、仕上げ加工の時、回転角度 θ_L から一定速度 f_L でネジ切りが開始され、また荒仕上げ加工の時、回転角度 θ_L から一定速度 f_s でネジ切
15 りが開始されるものが開示されている。

即ち、特開昭 58-177252 号公報には、サーボ遅れ量を考慮することにより、送りモータの回転速度を可変にしても、ネジ位相ズレを防止する技術が開示さ
れている。

また、ネジの再加工に関する先行技術として、特開昭 62-99020 号公報に開
20 示されている技術がある。

この技術は、ネジを再加工する際に、ネジ取り付け時に発生するネジ部のネ
ジ溝の位相ズレ量を測定するとともに、数値制御工作機械のサーボ系の遅れ量
と、数値制御装置の演算遅れ時間（主軸回転数のパルスデータの検出から演算
完了までの遅れ量）とを演算して求め、前記位相ズレ、上記演算されたサーボ
25 系の遅れ及び上記演算された演算遅れ時間に基づいて位相ズレ量を求め、この
位相ズレ量に基づいて上記ネジ部の位相を合わせて上記ネジ部を再加工するも

のである。

なお、前記位相ズレ量は、ワークの再取り付けで発生するネジ部の位相ズレ量 δi (mm)、サーボ系の遅れ量 S_p (mm)、及び主軸回転数のパルスデータの検出から演算完了までの遅れ量 $S1$ 、サーボの送り速度 F から、以下のように真の位相ズレ量 δt を求める。

$$\delta t = (\delta i + S1 + S_p) / F \text{ の剩余}$$

ここで、 F は以下のようにもとまる。

$$F = \text{ネジピッチ指令} \times \text{主軸回転数}$$

特開昭 62-99020 号公報には以上のような技術が開示されている。

ところで、従来のもの（特開昭 58-177252 号公報に開示の技術）では、前述したように、ネジ位相ズレを防止するためサーボ系の遅れしか考慮されておらず、今なおネジ位相ズレが発生すると言う問題点があった。

因みに前記従来のもの（特開昭 58-177252 号公報に開示の技術）は、サーボ系の遅れしか考慮されていないので、サーボ送り速度 A の時（ネジ仕上げ加工時）とサーボ送り速度 B の時（ネジ荒加工時）とで加速時定数が同じである場合、第 6 図に示すように、サーボ送り速度 A の時（ネジ仕上げ加工時）とサーボ送り速度 B の時（ネジ荒加工時）とで、加減速時定数によるネジ位相ズレが生じた。

また、特開昭 62-99020 号公報に開示されているネジの再加工の技術においても、ワークの再取り付けで発生するネジ部の位相ズレ量、サーボ系の遅れ量、及び主軸回転数のパルスデータの検出から演算完了までの遅れ量しか考慮されていないので、第 7 図に示すように、加減速時定数によるネジ位相ズレ 4 4 が生じた。

なお、第 7 図は、直線型の加減速パターンの例で、4 1 はプログラムによつて指令されたステップ上の指令送り速度パターン、4 2 は指令に対して、時定数 Tc で加減速させたサーボへの出力速度パターン、4 3 はサーボの応答遅れ後

におけるサーボの動作速度パターン、4 5 はサーボ応答遅れによる位相ズレ量、4 4 は加減速時定数によるネジ位相ズレ量である。

発明の開示

5 本発明は上記のような問題点を解決するためのもので、（荒加工と仕上げ加工等の場合において）送り軸の送り速度が変化しても、また一度機械より取り外したネジワークを再度機械にセットしてネジ加工したり、他の機械でネジの再仕上げを行ったりする場合においても、ネジ切り加工精度を向上できるネジ切り制御方法及びその装置を得ることを目的とする。

10 このため本発明のねじ切り制御方法は、少なくとも送り軸のサーボ軸加速時定数に基づいてネジ切り開始タイミングを変更するものである。

また、本発明のねじ切り制御装置は、送り軸のサーボ軸加速時定数に基づいてネジ切り開始タイミングを変更する手段を備える構成としたものである。

このため、送り軸の送り速度が変化しても、また一度機械より取り外したネジワークを再度機械にセットしてネジ加工したり、他の機械でネジの再仕上げを行ったりする場合（前回加工した機械とは違うゲイン・時定数等の機械特性の場合）においても、サーボ軸加速時定数に基づく誤差を補正できるので、ネジ切り加工精度を向上できる。

また、本発明のねじ切り制御方法は、少なくとも送り軸のサーボ軸加速時定数及び機械的誤差に基づいてネジ切り開始タイミングを変更するものである。

また、本発明のねじ切り制御装置は、送り軸のサーボ軸加速時定数及び機械的誤差に基づいてネジ切り開始タイミングを変更する手段を備える構成としたものである。

このため、送り軸の送り速度が変化しても、また一度機械より取り外したネジワークを再度機械にセットしてネジ加工したり、他の機械でネジの再仕上げを行ったりする場合においても、サーボ軸加速時定数に基づく誤差を補正でき

るので、ネジ切り加工精度を向上できる。また、刃物の移動し始めに静的摩擦力・慣性力等により刃物が動作するまでに発生する指令位置と実際の刃物の先端位置との差である機械誤差を補正することが出来、よって、更にネジ切り加工精度を向上できる。

5

図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施の形態1、2に係る構成例を示すブロック図である。

第2図は本発明の実施の形態1、2に係る動作を説明するためのフローチャートである。

10 第3図は本発明の実施の形態2を説明するための、ネジ位相ズレ量－主軸速度の特性図である。

第4図は本発明の実施の形態4に係る構成例を示すブロック図である。

第5図は本発明の実施の形態4に係る、ネジ切りの位相を補正する場合のネジ切り開始タイミングを説明する図である。

15 第6図はネジ切り速度を変化させた場合のネジ切り位相ズレの説明図である。

第7図はサーボ軸加速時定数による遅れとサーボ応答遅れを示す図である。

発明を実施するための最良の形態

実施の形態1.

20 以下、本発明の実施の形態1を、第1図及び第2図を用いて説明する。

本発明の実施の形態1では、ネジ切り機能と主軸オーバライド機能を有するNC装置の制御において、複数回加工するネジ切りプログラムに指令されている主軸回転数指令値と、主軸オーバライドにより変更された実際に加工する主軸回転数値との差分から発生するサーボ軸の送り速度の変化量に対して、サーボ追従遅れ量の差分及びサーボ加速時定数による移動量の差分を主軸角度に換算し、ネジ切り開始タイミングをずらすことにより、主軸回転数をネジ切り開

始前に主軸オーバライドにより変更してもネジ部と刃物の先端との間の位置関係をずらさないようにしている。

即ち、第1図に示す加工プログラムメモリ1には、予め加工プログラム（複数回加工するネジ切り指令を含む加工プログラム）が格納されており、この加工プログラム1が実行されると、加工プログラム解析部2により加工プログラムメモリ1より順次読み出されて解析される。ネジ切り指令の場合、ネジ切り演算部3で主軸指令回転数に対するネジ切りサーボ軸の送り速度が演算される。

操作ボード7より入力された主軸オーバライドは、主軸オーバライド演算部8により主軸回転数の回転比率へと変換され、ネジ切り演算部3で演算された結果と合わせて、主軸角度演算部4で主軸回転数が変化したことによるネジ部と刃物の先端との間における位置関係のズレ量を計算して、ネジ切り開始タイミングを変更し、サーボ軸（刃物をZ軸方向に移動させる送り軸）の移動開始指令を制御軸駆動部6に出力しサーボモータ10を駆動してサーボ軸を移動する。また、主軸速度指令は主軸モータ11に出力され、主軸（ワークを回転させる軸）を駆動する。なお、主軸の回転数は主軸エンコーダ9にて検出され、主軸角度演算部4にフィードバックされる。

また、第2図は、ネジ切り演算部3及び主軸角度演算部4で実施される制御動作をフローチャートにて説明したものである。

なお、第2図において、ステップ1は、ネジ切り演算部3にて実施されるサーボの送り速度を求める動作、ステップ2～ステップ10は、主軸角度演算部4にて実施されるオーバライド変化に対するネジ切り開始タイミングを変化させる動作を説明してある。

この様に構成されたNC装置で、まず、操作ボード7より主軸オーバライド100%、つまりプログラム主軸回転数どおりの時の動作について説明する。

加工プログラム解析部2より主軸回転数指令値とネジピッチ指令値が出力されてくる。ネジ切り演算部3にてサーボ軸の送り速度を決める。まずプログラ

ム指令値での送り速度は、下記演算式を用いてステップ1で計算する。

サーボ送り速度A (mm/sec) = ネジピッチ指令値 (mm/rev) × プログラム主軸回転数 (rps)

次に、主軸角度演算部4にてネジ切り開始タイミングを遅らせる量を計算する。まず、主軸オーバライド演算部8より送られてくる主軸オーバライドn%時のサーボ送り速度をステップ2にて求める。主軸回転数の回転比率より下記、演算式になる。

サーボ送り速度B (mm/sec) = ネジピッチ指令値 (mm/rev) × プログラム主軸回転数 (rps) × n / 100

今回は、主軸オーバライドn=100%について説明するので、サーボ送り速度A=サーボ送り速度Bであると、ステップ3にて判定する。その結果、主軸角度演算部4ではネジ切り開始タイミングを調整するための主軸回転角度は0となり、タイミングを変化させずにサーボ軸の移動開始指令を制御軸駆動部6に出力する。

次に、操作ボード7より主軸オーバライドn%、つまりプログラム主軸回転数のn/100指令の時の動作について説明する。

加工プログラム解析部2より、主軸回転数指令値とネジピッチ指令値がネジ切り演算部3に出力されてくる。ネジ切り演算部3にてサーボ軸の送り速度を決める。まずプログラム指令値での送り速度は、下記演算式をステップ1で計算する。

サーボ送り速度A (mm/sec) = ネジピッチ指令値 (mm/rev) × プログラム主軸回転数 (rps)

次に、主軸角度演算部4にてネジ切り開始タイミングを遅らせる量を計算する。まず、主軸オーバライド演算部8より送られてくる主軸オーバライドn%時のサーボ送り速度をステップ2にて求める。主軸回転数の回転比率より下記、演算式になる。

サーボ送り速度B (mm/sec) = ネジピッチ指令値 (mm/rev) × プログラム主軸回転数 (rps) × n / 100

今回は、主軸回転数の回転比率n %なので、

サーボ送り速度A = サーボ送り速度B × 100 / n

5 の関係が成り立ち、

サーボ送り速度A ≠ サーボ送り速度B

であると、ステップ3にて判定し、ステップ4～ステップ9の処理を行う。ま
ず、サーボの追従遅れ量があり、以下の演算式をステップ4で計算する。

サーボの追従遅れ量A (mm) = サーボ送り速度A / サーボ位置ループゲイン

10 サーボの追従遅れ量B (mm) = サーボ送り速度B / サーボ位置ループゲイン

その結果、サーボの追従遅れ量の差は、以下の演算式になる。

サーボの追従遅れ量の差 (mm) = サーボの追従遅れ量A - サーボの追従遅れ量

B

= (1 - n / 100) × サーボ送り速度A / サーボ位置ループゲイン

15 なおこの演算結果は、後述するステップ6にて使用する。また、このサーボの追従遅れの差を演算するとき用いられるサーボ位置ループゲインは、図示しないメモリに記憶されているサーボ位置ループゲインを読み出して使用する。

更に、主軸角度演算部4でサーボ軸加速時定数による遅れを計算する。一般にサーボ軸加速時定数は、第6図に示すとおり指令速度であるサーボ送り速度Aに到達するまでの時間を設定する。なお、このサーボ軸加速時定数は、図示しないメモリに記憶されているサーボ軸加速時定数を読み出して使用する。また、このサーボ軸加速時定数は、機械特性によって決まる機械固有のデータであって、加工毎に変化する数値ではないため、サーボの送り速度により時間に對し移動する量が変化する。変化する量は以下の計算式にてステップ5にて計算する。サーボ送り速度Aに達するまでの移動距離は、下式になる。

移動する距離A (mm) = サーボ送り速度A × 加速時定数 / 2

また、操作ボード 7 より主軸オーバライド n % の指示が来た場合のサーボ送り速度 B に達するまでの移動距離 B は、以下の式になる。

$$\text{移動する距離 } B (\text{mm}) = \text{サーボ送り速度 } B \times \text{ 加速時定数} / 2$$

つまり、サーボ送り速度が変化すると、

5 サーボ加速時定数による移動距離の差 = 移動する距離 A - 移動する距離 B (第 6 図の斜線部分のネジ位相ズレ量)、

この距離だけネジ部と刃物の先端の位置関係がズレることになる。その為、ネジワークと刃先位置を同じタイミングで加工する必要がある場合は、この量を補正しないと時間当たりの移動量が違うため同じ軌跡を通過することが出来ない。この演算結果は、後述するステップ 6 にて使用する。

主軸角度演算部 4 で演算した、サーボ追従遅れの差（ステップ 4）とサーボ加速時定数による移動距離の差（ステップ 5）から、ネジ切り開始タイミングを演算する。

まず、ネジ部と刃物の先端との間における位置関係のズレ量は、下式でステップ 6 にて計算する。

$$\text{ズレ量 (mm)} = \text{サーボ追従遅れの差} + \text{サーボ加速時定数による移動距離の差}$$

このズレ量だけ、ネジ切り開始点を移動させれば、ネジ部と刃物との間における位置関係のズレの無い加工が出来るが、本発明の実施の形態 1 では、加工 20 開始点を移動させずにネジ切り開始タイミングを変化させることで、ネジ部と刃物との間における位置関係のズレの無い加工を行う。その為の方法について次に説明する。

まず、このズレ量をステップ 7 で主軸角度に変換する。

$$\text{主軸角度 (rev)} = \text{ズレ量} / \text{ネジピッチ指令値 (mm/rev)}$$

25 次に、この主軸角度をネジ切り開始タイミング時間に下記計算式にてステップ 8 で変換する。ネジを加工する時の主軸回転数は、プログラム主軸回転数

(rps) × 100 / n なので以下の式になる。

・ ネジ切り開始タイミング時間 (s) = 主軸角度 / (プログラム主軸回転数
(rps) × 100 / n)

主軸角度演算部 4 はステップ 9 にて、このネジ切り開始タイミング時間 (s)

5 分だけ時間を遅らせてサーボ軸の移動開始指令を制御軸駆動部 6 に出力する。

なお、ネジ切り開始タイミング時間 (s) 分だけ時間を遅らせるには、例えば主軸の 1 回転毎に発生する 1 回転信号 (Z 相信号) に同期してサーボ軸を Z 軸方向に移動開始するように設定されている場合、主軸の回転をエンコーダ 9 より主軸角度演算部 4 にフィードバックし、1 回転信号 (Z 相信号) が来てからネジ切り開始タイミング時間 (s) 分だけ時間を遅らせてサーボ軸の移動開始指令 10 を制御軸駆動部 6 に出力するようすればよい。

この様に、ネジ切り開始タイミングを変化させることによりネジ部と刃物との間における位置関係のズレの無い加工を行う。

15 実施の形態 2.

次に本発明の実施の形態 2 を、第 1 図～第 3 図を用いて説明する。

実施の形態 1 に関して機械的な誤差を持つ場合は、更に機械的な誤差の補正を行う必要があるが、この実施の形態 2 はその機械的な誤差の補正を行う実施の形態を示すものである。なお、機械的誤差とは、刃物の移動し始めに静的摩擦力・慣性力等により刃物が動作するまでに発生する指令位置と実際の刃物の先端位置との差の量である。

この機械的誤差は、第 3 図に示す主軸回転数変化によるサーボの送り速度の差、

$$\text{サーボ送り速度の差} = \text{サーボ送り速度 A} - \text{サーボ送り速度 B}$$

25 に比例して増減するネジ切り位相ズレ量が発生する。

この位相ズレを補正する方法について説明する。

まず、実施の形態 1 によって説明した方法でネジ切り加工を行い、この時、操作ポート 7 から主軸オーバライドを、例えば 50 %～150 %まで変化させて加工する。その場合、加工機械の個体差によっては、主軸オーバライドを例えば 50 %～150 %まで変化させることにより、第 3 図に示すように変化する、
5 サーボ軸の送り速度に比例したネジ部と刃物の先端との間における位置関係のズレ量（ネジ位相ズレ量）が発生する場合がある。その量を別途計測器等で測定する。測定時の速度毎に、ネジ部と刃物の先端との間における位置関係のズレ量をプロットしていく。そのプロットした点を直線で結ぶと、第 3 図に示すようなサーボの送り速度に比例したズレ量が得られる。その時の直線関数
10 の傾きを操作ボード 7 からパラメータとして入力する。入力した傾きパラメータ値をパラメータメモリ 5 に記憶させる。その傾きパラメータ値をネジ切り演算部 3 に送る。

また、加工機械の個体差によっては、主軸オーバライドを、例えば 50 %～
150 %まで変化させることにより、第 3 図に示すように変化する、サーボ軸
15 の送り速度に依らず一定したネジ部と刃物の先端との間における位置関係のズレ量が発生する場合がある。その時のオフセット量を操作ボード 7 からパラメータとして入力する。入力した傾きパラメータ値をパラメータメモリ 5 に記憶させる。その傾きパラメータ値を主軸角度演算部 4 に送る。主軸角度演算部 4 では、実施の形態 1 で演算したズレ量（ステップ 6）に、更に以下の式の演算
20 結果を加え、ネジ切り開始位置を補正する。

$$\text{速度に比例したズレ量} = \text{サーボ送り速度の差} \times \text{傾きパラメータ} + \text{オフセットパラメータ}$$

この速度に比例したズレ量だけ、ネジ切り開始点を移動させれば、ネジ部と刃物との間における位置関係のズレの無い加工が出来るが、本発明の実施の形
25 態 2 では、加工開始点を移動させずにネジ切り開始タイミングを変化させることで、ネジ部と刃物の先端との間における位置関係のズレの無い加工を行う。

その為の方法について説明する。

まず、このズレ量を主軸角度演算部4のステップ7で主軸角度に変換する。

$$\text{主軸角度 (rev)} = \text{ズレ量} / \text{ネジピッチ指令値 (mm/rev)}$$

次に、この主軸角度をネジ切り開始タイミング時間に変換する。ネジを加工

5 する時の主軸回転数は、プログラム主軸回転数 (rps) × 100 / n なので以下の式になる。

$$\text{ネジ切り開始タイミング時間 (s)} = \text{主軸角度} / (\text{プログラム主軸回転数} (rps) \times 100 / n)$$

主軸角度演算部4は、このネジ切り開始タイミング時間(s)分だけ時間を送ら

10 せてサーボ軸の移動開始指令を制御軸駆動部6に出力する。

この様に、ネジ切り開始タイミングを変化させることによりネジ部と刃物の先端との間における位置関係のズレの無い加工を行うことができ、更に加工精度を高めることが出来る。

15 実施の形態3.

前記実施の形態1、2においては、ネジ部と刃物の先端との間における位置関係のズレを無くするための演算要素として、サーボ追従遅れ、サーボ加速時定数、及び機械的誤差を用いるものについて説明したが、ネジ部と刃物の先端との間における位置関係のズレを発生させる要素として、NC装置の内部演算遅れ誤差もあるので、この要素もネジ部と刃物の先端との間における位置関係のズレを無くするための演算要素として考慮すれば、更に精度がよくなることは言うまでもない。

実施の形態4.

25 最後に本発明の実施の形態4を、第4図及び第5図を用いて説明する。

なお、この実施の形態4は、一度機械より取り外したネジワークを再度機械

にセットしてネジ加工する場合、あるいは、他の機械で再仕上げを行うことにより生じる主軸と工具とワークの位相ズレ量を補正するための実施の形態である。

即ち、第4図に示す加工プログラムメモリ1には、予め加工プログラム（複数回加工するネジ切り指令を含む加工プログラム）が格納されており、この加工プログラム1が実行されると、加工プログラム解析部2により加工プログラムメモリ1より順次読み出されて解析される。ネジ切り指令の場合、ネジ切り演算部3で主軸指令回転数に対するネジ切りサーボ軸の送り速度が演算される。

このサーボ送り速度F(mm/sec)は、主軸エンコーダ9より送られてくる主軸回転数に同期して動作させるため、ネジピッチ指令値をPIT(mm/rev)、主軸回転数をS(rps)とすると、下記の演算式になる。

$$F = PIT \times S$$

ねじ切りの開始タイミングは、主軸角度演算部4により制御される。主軸角度演算部4は、主軸エンコーダ9から得られる主軸の位置を監視し、主軸の位置が特定の位置に来たら、サーボ軸の移動開始指令を制御軸駆動部6に出力し、サーボモータ10を移動させる。

この実施の形態4では、ネジの再仕上げのため、一度はずしたワークを再度取り付けることにより生じた下記の誤差量から、開始タイミングをずらす。開始タイミングのズレ量は、主軸角度演算部4により、上記ワークの再取り付けで発生するネジ部の位相ズレ量 δi (mm)、サーボ系の遅れ量 S_d (mm)及び主軸回転数のパルスデータの検出から演算完了までの遅れ量 S_l に、その機械の加減速による遅れ S_{acc} を加えた値に、サーボ送り速度Fで除した余りにより、真の位相ズレ量 δt を求める。即ち、 $(\delta i + S_l + S_d + S_{acc}) / F$ の剰余が真の位相ズレ量の距離 δt (mm)として求まる。ここで、 S_{acc} は、直線加減速の場合、以下のようになる。

$$S_{acc} = F \times T_c / 2$$

ここで、 T_c は加減速時定数（加速時定数）である。

なお、上記ワークの再取り付けで発生するネジ部の位相ズレ量 δ_i (mm) は、実測して図示しないメモリに格納しておき、前記演算時に前記メモリより読み込む。またサーボ系の遅れ量 S_1 (mm) 及び主軸回転数のパルスデータの検出から演
5 算完了までの遅れ量 S_1 は、例えば特開昭 62-99020 号公報の開示のように演算する。また、加減速時定数 T_c は、図示しないメモリに格納しておき、前記演算時に前記メモリより読み込む。

そして前記求めた真の位相ズレ量 δ_t に基づいて主軸角度演算部 4 で、位相のズレ量から開始のタイミングを演算し、開始タイミングを調整する。

10 なお、開始タイミング t_s の調整時間は、以下のようにして求まる。

$$t_s = \delta_t / F$$

そしてこの t_s を用いて第 5 図に示すようにネジ切り開始タイミングを調整する。

即ち、第 5 図はネジ切りの位相を補正する場合のネジ切り開始タイミングを説明する図である。エンコーダ 9 のカウンタ 1 回転のカウンタ値を ENC_{max} とすると、主軸 1 回転する時間は 53 で示される時間である。ネジ切りでは、位相を合わせる必要があるので、ここでは、例として、ネジ切りの開始タイミングをエンコーダ 9 のフィードバックカウンタにおける値 0 の時、即ち、50, 51, 52 といったタイミングでネジ切りを開始すれば（サーボモータを起動すれば）、位相合わせが可能である。
15 20

再加工のためには、このネジ切り開始タイミングを、前記位相ズレ量を考慮した量だけずらす必要がある。時間 t_s でのエンコーダのフィードバックカウンタの増分量 ENC_{ts} は、以下のようになる。

$$ENC_{ts} = S \times t_s / ENC_{max} \text{ の余り}$$

従って、ネジ切り開始タイミングを ENC_{ts} だけ早い位置、即ち、カウンタ値が $ENC_{max} - ENC_{ts}$ で開始すれば、ワークの再取り付けによる位相ズレをなくす
25

ことができる。

このため、第5図のように時間 t_s だけ早いタイミング 20、21、22 の時間、即ち、カウンタ値が $ENC_{max} - ENC_{t_s}$ の位置でネジ切りを開始（制御軸駆動部 6 に移動指令を出力し、サーボモータ 10 を駆動して刃物の移動を開始）することにより、ネジ切り開始位置をずらすことなく、ネジの再加工による位相のズレを補正することができる。
5

なお、この実施の形態 4 においても、実施の形態 2 で説明した機械的誤差を考慮すれば、更にネジ加工精度が向上する。

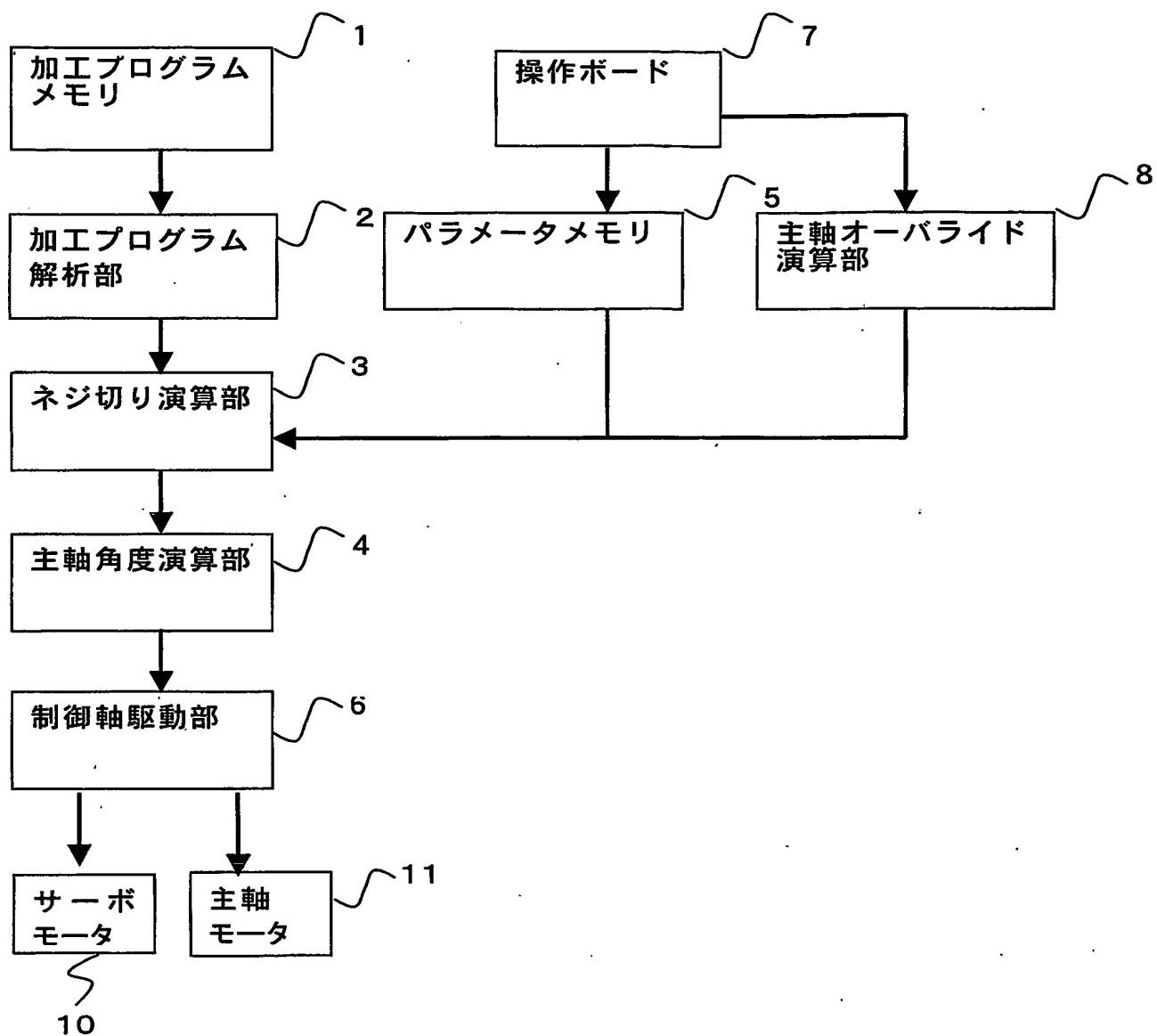
10 産業上の利用可能性

以上のように本発明に係るネジ切り制御方法及びその装置は、ネジを荒加工と仕上げ加工する場合、一度機械より取り外したネジワークを再度機械にセットしてネジ加工する場合、他の機械でネジの再仕上げ加工を行う場合等において使用されるネジ切り制御方法及びその装置として用いられるのに適している。

請 求 の 範 囲

1. 主軸の回転に同期して刃物またはワークを送り軸方向に移動させてネジ切り加工を行うネジ切り制御方法において、少なくとも送り軸のサーボ軸加速時定数に基づいてネジ切り開始タイミングを変更することを特徴とするネジ切り制御方法。
5
2. 主軸の回転に同期して刃物またはワークを送り軸方向に移動させてネジ切り加工を行うネジ切り制御方法において、少なくとも送り軸のサーボ軸加速時定数及び機械的誤差に基づいてネジ切り開始タイミングを変更することを特徴
10 とするネジ切り制御方法。
3. 主軸の回転に同期して刃物またはワークを送り軸方向に移動させてネジ切り加工を行うネジ切り制御装置において、送り軸のサーボ軸加速時定数に基づいてネジ切り開始タイミングを変更する手段を備えてなるネジ切り制御装置。
15
4. 主軸の回転に同期して刃物またはワークを送り軸方向に移動させてネジ切り加工を行うネジ切り制御装置において、送り軸のサーボ軸加速時定数及び機械的誤差に基づいてネジ切り開始タイミングを変更する手段を備えてなるネジ
切り制御装置。

第1図



2/6

第2図

指令値のサーボ送り速度を求める。

$$\text{サーボ送り速度 A(mm/sec)} = \text{ネジピッチ指令値(mm/rev)} \times \text{プログラム主軸回転数(rps)}$$

主軸オーバライドn%時のサーボ送り速度を求める。

$$\text{サーボ送り速度 B(mm/sec)} = \text{ネジピッチ指令値(mm/rev)} \times \text{プログラム主軸回転数(rps)} \times n / 100$$

サーボ送り速度A=
サーボ送り速度Bか?

N

サーボの追従遅れの差を求める。

$$\text{サーボの追従遅れ量の差(mm)} = (1 - n / 100) \times \text{サーボ送り速度 A} / \text{サーボ位置ループゲイン}$$

サーボ加速時定数による移動距離の差を求める。

$$\begin{aligned} \text{サーボ加速時定数による移動距離の差} &= \\ \text{移動する距離A} - \text{移動する距離B} & \\ (\text{図2斜線部分のネジ位相ズレ量}) \end{aligned}$$

ズレ量を求める。

$$\text{ズレ量(mm)} = \text{サーボ追従遅れの差} + \text{サーボ加速時定数による移動距離の差}$$

ズレ量を主軸角度に換算する。

$$\text{主軸角度(rev)} = \text{ズレ量} / \text{ネジピッチ指令値} (\text{mm/rev})$$

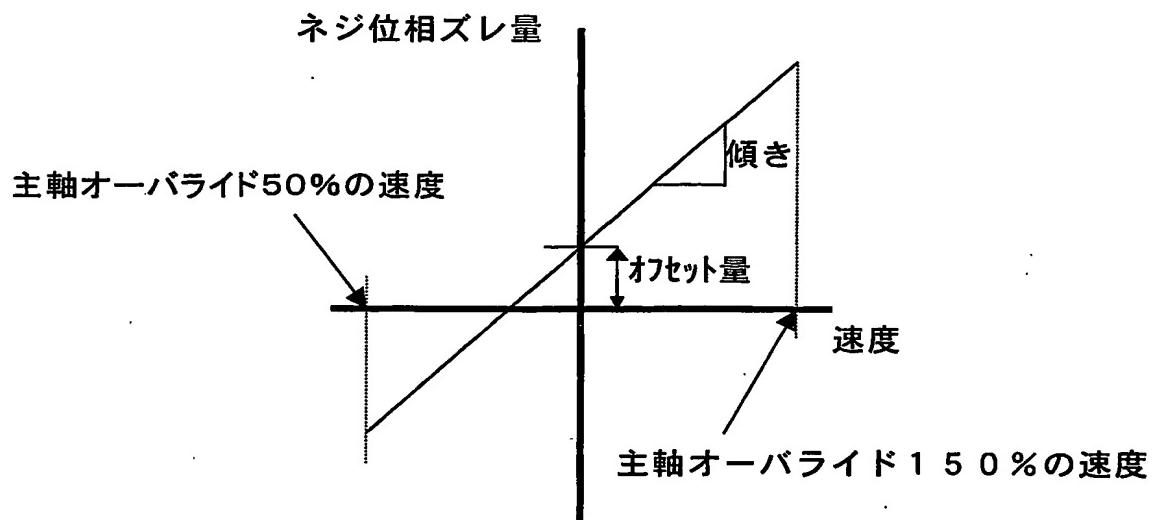
主軸角度をネジ切り開始タイミングに換算する。

$$\text{ネジ切り開始タイミング時間(s)} = \text{主軸角度} / (\text{プログラム主軸回転数(rps)} \times 100 / n)$$

ネジ切り開始タイミング時間(s)分ネジ切り開始を遅らせる

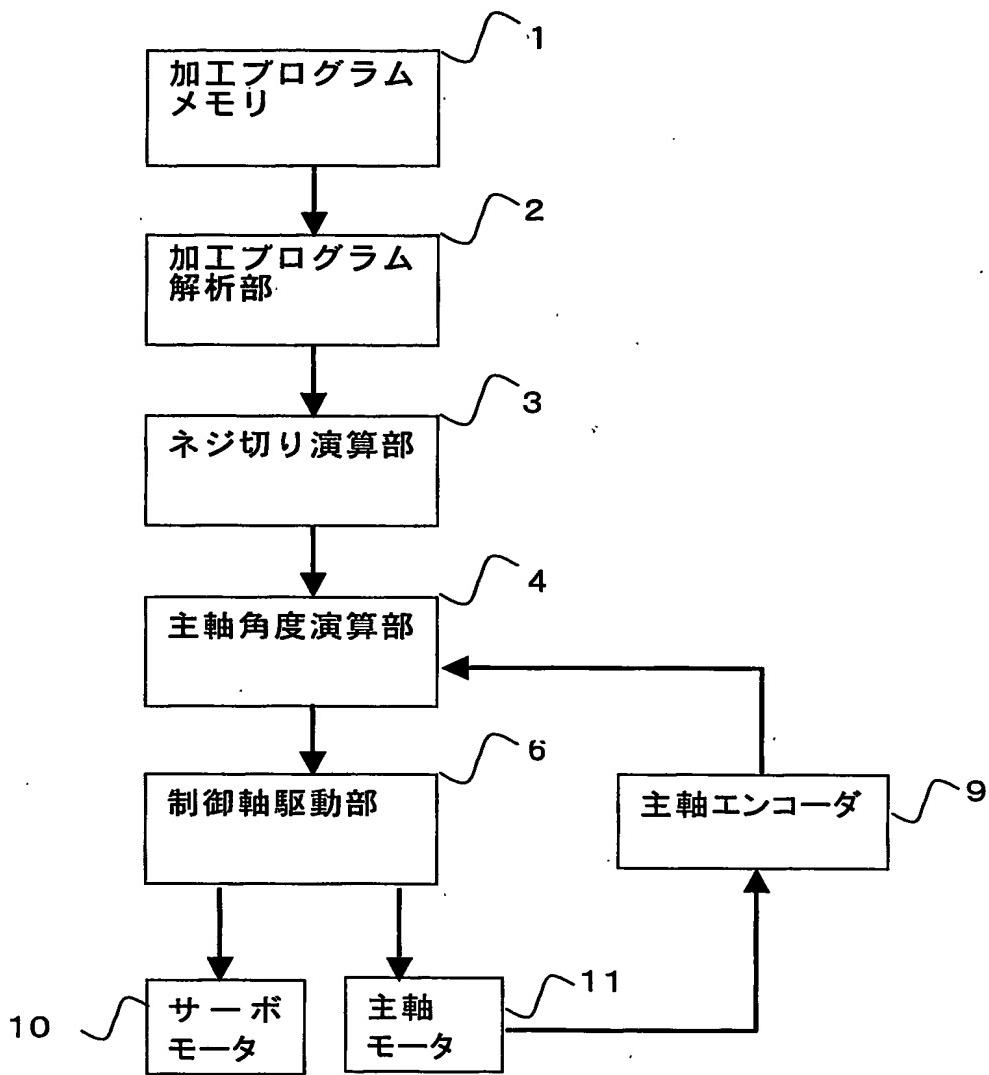
サーボ軸の移動開始指令を制御軸駆動部に出力しネジ切りを開始する。

第3図



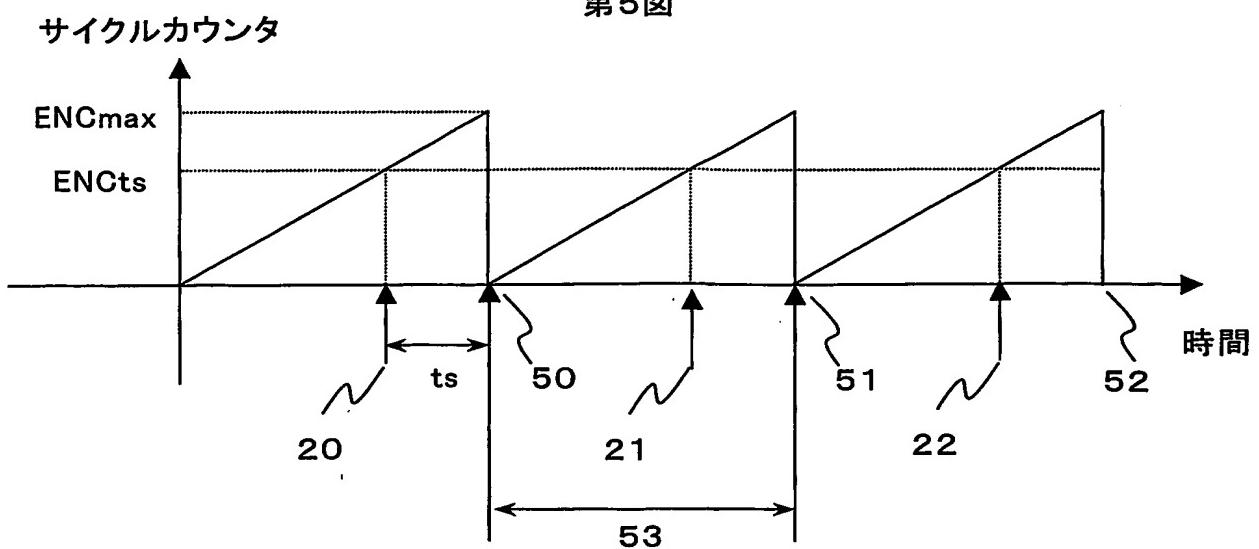
4/6

第4図



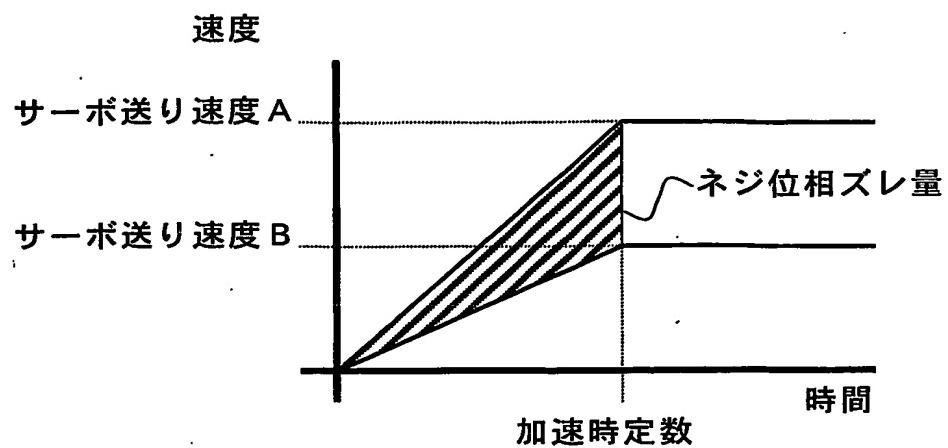
5/6

第5図

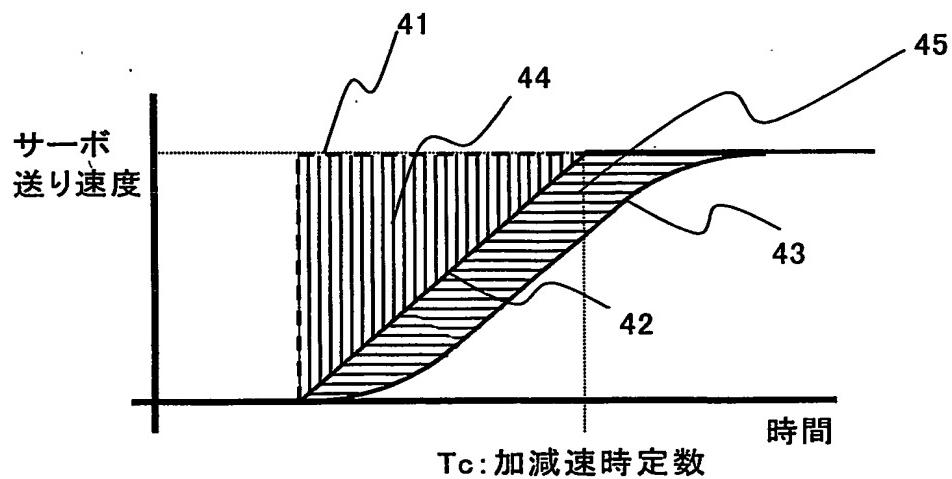


6/6

第6図



第7図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/04005

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B23G1/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B23G1/02, B23Q15/00, G05B19/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 58-177252 A (Fujitsu Fanuc, Ltd.), 17 October, 1983 (17.10.83), Claims (Family: none)	1-4
Y	JP 62-99020 A (Kabushiki Kaisha Okuma Tekkosho), 08 May, 1987 (08.05.87), Claims (Family: none)	1-4
Y	JP 57-79507 A (Mitsubishi Electric Corp.), 18 May, 1982 (18.05.82), Claims (Family: none)	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier document but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 30 June, 2003 (30.06.03)	Date of mailing of the international search report 15 July, 2003 (15.07.03)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP03/04005**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 60-175103 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 September, 1985 (09.09.85), Page 1, lower right column (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))
Int. CL' B23G1/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))
Int. CL' B23G1/02, B23Q15/00, G05B19/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 58-177252 A (富士通ファナック株式会社) 1983.10.17, 特許請求の範囲, (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 62-99020 A (株式会社大隈鐵工所) 1987.05.08, 特許請求の範囲, (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 57-79507 A (三菱電機株式会社) 1982.05.18, 特許請求の範囲, (ファミリーなし)	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 30.06.03	国際調査報告の発送日 15.07.03
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 和田 雄二 3C 8612  電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 60-175103 A (松下電器産業株式会社) 1985.09.09, 1頁右下欄, (ファミリーなし)	1-4